

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-186901

(43)Date of publication of application : 02.07.2004

(51)Int.Cl.

H04N 5/232

G03B 5/00

G06T 3/00

(21)Application number : 2002-350184

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 02.12.2002

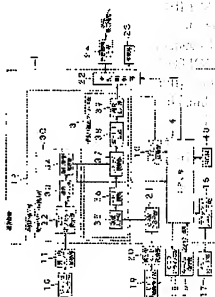
(72)Inventor : KITA MITSUAKI
SAKAI KENICHI

(54) IMAGE PICKUP DEVICE AND METHOD, PROGRAM AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a picked-up image of excellent quality which is reduced in the influence of vibrations due to hand shake.

SOLUTION: The image pickup device 10 is provided with a shutter signal generation part 15 for generating shutter signals and an image pickup part 19 for starting exposure corresponding to the shutter signal and picking up the image of an object. The image pickup device 1 comprises: a vibration detection part 10 for detecting the vibration of the image pickup device 1; a vibration state prediction part 14 for predicting the vibration of the image pickup device 1 after the lapse of prescribed time on the basis of the vibration detected by the vibration detection part 10; an exposure timing control part 18 for controlling the exposure timing of the image pickup part 19 so as to start the exposure when the inclination of the waveform of the vibration of the image pickup device 1 predicted by the vibration state prediction part 14 becomes small after the shutter signal is inputted; and an image restoration processing part 31 for performing the restoration processing of the image on the basis of the vibration of the image pickup device 1 during the exposure of the image picked up at the exposure timing detected by the vibration detection part 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.10.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】**【請求項1】**

シャッター信号を生成するシャッター信号生成部と、上記シャッター信号に応じて露光を開始し、被写体を撮像する撮像部を有する撮像装置であって、当該撮像装置の振動を検出する振動検出手段と、上記振動検出手段により検出した振動に基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測する振動状態予測手段と、上記シャッター信号が入力された後に、上記振動状態予測手段により予測した当該撮像装置の振動の波形の傾きが小さくなったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御する露光タイミング制御手段と、上記振動検出手段により検出した上記露光タイミングで撮像された画像の露光中の当該撮像装置の振動に基づいて当該画像の復元処理を行なう画像復元処理手段とを備えることを特徴とする撮像装置。

10

【請求項2】

上記振動状態予測手段により予測した当該撮像装置の振動を記憶する記憶手段をさらに備えることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】

上記振動状態予測手段は、上記振動検出手段により検出した振動と、上記記憶手段に記憶されている振動とに基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測することを特徴とする請求項2記載の撮像装置。

20

【請求項4】

上記露光タイミング制御手段は、上記シャッター信号が入力された後に、上記振動状態予測手段による予測に基づき、当該撮像装置の振動の波形の傾きが最小となったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御することを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項5】

上記振動検出手段は、角速度センサー又は、角速度センサーにより当該撮像装置の振動を検出することを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項6】

上記画像復元処理手段は、画像の復元処理を行なう際に、最小自乗フィルタを用いることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

30

【請求項7】

上記画像復元処理手段は、画像の復元処理を行なう際に、高速フーリエ変換を用いることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項8】

上記復元処理手段は、画像を分割して高速フーリエ変換を行なうことを特徴とする請求項8記載の撮像装置。

【請求項9】

シャッター信号を生成するシャッター信号生成部と、上記シャッター信号に応じて露光を開始し、被写体を撮像する撮像部を有する撮像装置の振動を検出する第1の工程と、上記第1の工程により検出した振動に基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測する第2の工程と、

40

上記シャッター信号が入力された後に、上記第2の工程により予測した当該撮像装置の振動の波形の傾きが小さくなったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御する第3の工程と、

上記露光タイミングで撮像された画像の露光中の当該撮像装置の振動に基づいて当該画像の復元処理を行なう第4の工程とを有することを特徴とする撮像方法。

【請求項10】

シャッター信号を生成するシャッター信号生成部と、上記シャッター信号に応じて露光を開始し、被写体を撮像する撮像部を有する撮像装置の振動を検出する第1の工程と、

50

上記第1の工程により検出した振動に基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測する第2の工程と、

上記シャッター信号が入力された後に、上記第2の工程により予測した当該撮像装置の振動の波形の傾きが小さくなったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御する第3の工程と、

上記露光タイミングで撮像された画像の露光中の当該撮像装置の振動に基づいて当該画像の復元処理を行なう第4の工程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項11】

シャッター信号を生成するシャッター信号生成部と、上記シャッター信号に応じて露光を開始し、被写体を撮像する撮像部を有する撮像装置の振動を検出する第1の工程と、

上記第1の工程により検出した振動に基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測する第2の工程と、

上記シャッター信号が入力された後に、上記第2の工程により予測した当該撮像装置の振動の波形の傾きが小さくなったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御する第3の工程と、

上記露光タイミングで撮像された画像の露光中の当該撮像装置の振動に基づいて当該画像の復元処理を行なう第4の工程をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被写体を撮像する撮像装置及び方法、プログラム及び記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から光学系を用いて撮像装置の手振れによる振動を補正する手法や、撮像装置により撮像した画像を画像処理を用いて復元する手法が提案されている。

【0003】

光学系を用いて撮像装置の手振れによる振動を補正する手法の1つとして、図7に示すような可変頂角プリズムにより光学的に補正する手法がある。

【0004】

図7に示す撮像装置2は、可変頂角プリズム50と、ズームレンズ51と、CCD撮像素子部52と、プロセス回路53と、動きベクトル検出回路54と、制御回路55と、アクチュエータ56とを備える。可変頂角プリズム50は、撮影光軸をピッチ（垂直）方向及びヨー（水平）方向に変更自在なプリズムである。被写体から発せられた光線は、可変頂角プリズム50及びズームレンズ51を介してCCD撮像素子部52の光電変換面に入射する。CCD撮像素子部52は、被写体の光学像を電気信号に変換し、プロセス回路53がCCD撮像素子部52の出力をビデオ信号に変換する。

【0005】

動きベクトル検出回路54は、プロセス回路53の出力信号を現画面と前画面とで比較し、当該撮像装置2の動き量及び方向、即ち動きベクトルを検出する。制御回路55は、動きベクトル検出回路54により検出された動きベクトルを所定係数のもとでコンボリューション演算を行ない、画像の動きを補償する可変頂角プリズム50の駆動信号を生成し、アクチュエータ56に供給する。アクチュエータ56は、制御回路55からの駆動信号にしたがい可変頂角プリズム50を駆動する。これにより、可変頂角プリズム50は、当該撮像装置による画像のぶれを補償又は相殺するように、撮影光軸をピッチ方向及びヨー方向に補正する。

【0006】

また、撮像装置3により撮像した画像を画像処理を用いて復元する手法の1つとして、図8に示すような復元手法がある（例えば、特許文献1参照。）。

【0007】

図8に示す撮像装置3は、再生用磁気ヘッド60と、フィルム61と、再生回路62と、磁気テープ63と、ぶれ軌跡データ記憶部64と、ぶれ軌跡データ変換部65と、第1の高速フーリエ変換（以下、FFTという。）回路66と、撮像レンズ67と、CCD撮像素子部68と、画像メモリ69と、第2のFFT回路70と、除算部71と、逆FFT回路72と、画像表示部73とを備え、ぶれ情報が記録されたフィルム61からぶれ情報を読み取り、ぶれ画像からぶれない画像を復元する。

【0008】

再生用磁気ヘッド60及び再生回路62で再生されたぶれ軌跡データは、一時的にぶれ軌跡データ記憶部64に記憶される。その後、ぶれ軌跡データ変換部65を経て第1のFFT回路66にぶれ軌跡データが供給される。

10

【0009】

また、フィルム61と同じネガ画像のぶれ画像は、撮像レンズ67とCCD撮像素子部68を介して画像メモリ69に記憶される。そして、第2のFFT回路70を経て第1のFFT回路66の出力とともに、除算部71に供給される。この除算部71で得られたデータは、逆FFT回路72で逆高速フーリエ変換が行われ、ぶれが相殺されたあと、画像表示部73に出力される。

【0010】

【特許文献1】

特許第3152750号公報

【0011】

20

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した撮像装置2のように光学系を用いて補正を行なう場合には、撮像装置自体が大型化してしまい、コストの上昇が問題となる。

【0012】

また、上述した撮像装置3のように画像処理を用いて手振れした画像を復元するような場合、復元する画像の振れ量が大きくなるときには、復元画像にリングングやノイズが発生し、却って画質の悪化が増大する問題がある。

【0013】

また、一般的に、被写体を撮像し画像を生成する撮像装置では、当該撮像装置の特性や撮影の条件により、生成した画像が忠実に再現できず、歪みや雑音をともなってしまう場合が多い。このように劣化した画像は、見苦しくなるばかりでなく、被写体の形状の把握や被写体に含まれる特徴や情報の抽出を困難にしてしまう。したがって、画像から上述した劣化を取り除く復元処理が必要となる。

30

【0014】

そこで、本発明は、上述したような実情に鑑みて提案されたものであり、当該撮像装置の手振れ情報から最適な露光タイミングを図り、上記手振れ情報に基づき撮像された画像の復元処理を行なう撮像装置及び方法、プログラム及び記録媒体を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

40

本発明に係る撮像装置は、上述の課題を解決するために、シャッター信号を生成するシャッター信号生成部と、上記シャッター信号に応じて露光を開始し、被写体を撮像する撮像部を有する撮像装置であって、当該撮像装置の振動を検出する振動検出手段と、上記振動検出手段により検出した振動に基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測する振動状態予測手段と、上記シャッター信号が入力された後に、上記振動状態予測手段により予測した当該撮像装置の振動の波形の傾きが小さくなったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御する露光タイミング制御手段と、上記振動検出手段により検出した上記露光タイミングで撮像された画像の露光中の当該撮像装置の振動に基づいて当該画像の復元処理を行なう画像復元処理手段とを備える。

【0016】

50

また、本発明に係る撮像方法は、上述の課題を解決するために、シャッター信号を生成するシャッター信号生成部と、上記シャッター信号に応じて露光を開始し、被写体を撮像する撮像部を有する撮像装置の振動を検出する第1の工程と、上記第1の工程により検出した振動に基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測する第2の工程と、上記シャッター信号が入力された後に、上記第2の工程により予測した当該撮像装置の振動の波形の傾きが小さくなったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御する第3の工程と、上記露光タイミングで撮像された画像の露光中の当該撮像装置の振動に基づいて当該画像の復元処理を行なう第4の工程とを有する。

【0017】

また、本発明に係るコンピュータにより実行させるためのプログラムは、上述の課題を解決するために、シャッター信号を生成するシャッター信号生成部と、上記シャッター信号に応じて露光を開始し、被写体を撮像する撮像部を有する撮像装置の振動を検出する第1の工程と、上記第1の工程により検出した振動に基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測する第2の工程と、上記シャッター信号が入力された後に、上記第2の工程により予測した当該撮像装置の振動の波形の傾きが小さくなったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御する第3の工程と、上記露光タイミングで撮像された画像の露光中の当該撮像装置の振動に基づいて当該画像の復元処理を行なう第4の工程をコンピュータに実行させるためのものである。

【0018】

本発明に係る記録媒体は、上述の課題を解決するために、シャッター信号を生成するシャッター信号生成部と、上記シャッター信号に応じて露光を開始し、被写体を撮像する撮像部を有する撮像装置の振動を検出する第1の工程と、上記第1の工程により検出した振動に基づき、所定時間経過後の当該撮像装置の振動を予測する第2の工程と、上記シャッター信号が入力された後に、上記第2の工程により予測した当該撮像装置の振動の波形の傾きが小さくなったときに露光を開始するように上記撮像部の露光タイミングを制御する第3の工程と、上記露光タイミングで撮像された画像の露光中の当該撮像装置の振動に基づいて当該画像の復元処理を行なう第4の工程をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な媒体である。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0020】

本発明は、図1に示すような、例えば静止画像を生成する撮像装置1に適用される。

【0021】

撮像装置1は、当該撮像装置1の手振れによる振動を検出するジャイロセンサ部10と、検出した振動をデジタル信号に変換する第1のA/D変換部11と、デジタル化された振動に基づき振れ情報を生成し、画像の復元処理を行なう手振れ補正部12と、復元処理後の画像にJPEG方式の圧縮を行なうJPEG圧縮部13と、シャッター信号を生成するキー入力操作部15と、シャッター信号に応じて手振れ補正部12で生成した振れ情報から最適露光タイミングを生成するCPU部14と、最適露光タイミングに基づき駆動信号を生成するCCDドライバ部18と、上記駆動信号に基づき被写体を露光し画像を生成するCCD撮像素子部19と、上記画像をデジタル信号に変換する第2のA/D変換部20と、デジタル化された画像にカメラ処理を行ない、処理後の画像を手振れ補正部12に出力するCAMDSP部21と、手振れ補正部12で復元処理した画像を外部機器IF部24と表示部23に画像を出力する表示制御部22と、JPEG圧縮部13でJPEG圧縮した画像をCPU部14から供給され、メモリカード部17に出力するフラッシュメモリIF部16とを備える。

【0022】

また、手振れ補正部12は、第1のA/D変換部11から供給されたデジタル化された画像に基づき動きベクトルを検出する動きベクトル検出部30と、上記動きベクトルに基づ

きCAMDSP21から供給された画像に復元処理を行なう手振れ補正フィルタ部31とからなっている。

【0023】

また、動きベクトル検出部30は、第1のA/D変換部11から供給された振動の信号から直流成分を除去するDCオフセット除去部32と、直流成分を除去した信号にフィルタリング処理を行なう積分フィルタ33と、フィルタリング処理後の信号に基づき振れ情報を生成する振れ情報演算部34とからなっており、手振れ補正フィルタ部31は、CAMDSP部21から画像を入力する画像入力部35と、上記画像にフーリエ変換を行なう高速フーリエ変換（以下、FFTという。）回路36と、振れ情報演算部34で生成した振れ情報に基づきフーリエ変換後の画像に復元処理を行なうシステム関数部37と、復元処理後の画像に逆フーリエ変換を行なう逆FFT回路38と、画像をJPEG圧縮部13と表示制御部22に出力する画像出力部39とからなっている。また、手振れ補正部12と、JPEG圧縮部13と、CPU部14と、フラッシュメモリIF部16と、表示制御部22と、CAMDSP部21とは、ワンチップ上に一体的に構成されていても良い。

【0024】

ジャイロセンサ部10は、当該撮像装置1のピッチ（垂直）方向とヨー（水平）方向の手振れによる振動を角速度として検出し、検出した角速度に基づき所定の信号（以下、角速度信号という。）を生成し、第1のA/D変換部11に出力する。第1のA/D変換部11は、入力された角速度信号をデジタル変換し、動きベクトル検出部30のDCオフセット除去部32に出力する。DCオフセット除去部32は、入力された角速度信号が有するDC（直流）オフセット成分を除去し、積分フィルタ33に出力する。なお、DCオフセット除去部32は、ハイパスフィルタを用いてDCオフセット成分を除去する。

【0025】

積分フィルタ33では、角速度信号を角度に変換する処理を行ない、振れ情報演算部34に出力する。振れ情報演算部34は、積分フィルタ33で求めた角度に基づいて所定の演算を行ない、当該撮像装置1の手振れにより振動する角度と、そのときの振れ量（以下、振れ情報という。）を算出する。振れ情報演算部34は、算出した振れ情報をシステム関数部37と、CPU部14に出力する。

【0026】

キー入力操作部15は、ユーザーの操作に応じてシャッター信号を生成し、CPU部14に出力する。CPU部14は、上記シャッター信号が入力されたときに、振れ情報演算部34から供給されている振れ情報に基づき、最適な露光タイミングを求め、求めた最適露光タイミングをCCDドライバ部18に出力する。

【0027】

ここで、CPU部14により最適露光タイミングを求める方法について述べる。CPU部14は、振れ情報演算部34から供給された振れ情報から、図2に示すように、当該撮像装置1の手振れによるピッチ方向とヨー方向の時間に対する振動の角速度変化に基づき、それぞれの角速度の極大値と極小値を計算し、算出した角速度の極大値と極小値の時間差を手振れ時間間隔 Δt_b として求める。CPU部14は、例えば、電源投入後の当該撮像装置1をユーザーが移動させているときに発生する、当該撮像装置1の振動状態（具体的には、振れ情報演算部34で生成される振れ情報）から、手振れ時間の間隔 Δt_b を算出し、算出した時間間隔から式（1）より平均値時間間隔 ΔT_B を計算する。

【0028】

【数1】

$$\Delta T_B = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_{b_i}}{i} \dots (1)$$

CPU部14は、キー入力操作部15からシャッター情報が入力されたとき、上記式(1)より、シャッター情報が入力される直前のピッチ方向の角速度の極大値若しくは極小値及びヨー方向の角速度の極小値若しくは極大値の平均時間間隔 $\Delta T B$ を計算し、求めた平均時間間隔 $\Delta T B$ に基づき、次に現れるピッチ方向の角速度の極小値若しくは極大値、及びヨー方向の角速度の極大値若しくは極小値の発生時間を予測する。CPU部14は、予測されるピッチ方向及びヨー方向の角速度の極大値若しくは極小値の発生時間が露光時間間隔の中心値になるように計算し、最適露光タイミング及び露光時間を求める。

【0030】

CPU部14は、例えば、図3に示すように、シャッター情報が入力される直前のピッチ方向の角速度の極大値から次に現れる角速度の極小値を予測して、予測時間間隔 $\Delta t b_x$ を求め、さらにヨー方向の角速度の極小値から次に現れる角速度の極大値を予測して、予測時間間隔 $\Delta t b_y$ を求め、上記予測時間間隔 $\Delta t b_x$ と予測時間間隔 $\Delta t b_y$ に基づき、最適露光タイミング及び露光時間を求める。

【0031】

なお、CPU部14は、図2及び図3に示すように、ヨー方向の波形の傾きが一番小さくなる値(すなわち、極大値又は極小値)及び、ピッチ方向の傾きが一番小さくなる値(すなわち、極大値又は極小値)を最適露光タイミングとする。

【0032】

CPU部14は、上記最適露光タイミングをCCDドライバ部18に出力する。CCDドライバ部18は、入力された最適露光タイミングに基づきCCD撮像素子部19を制御する。CCD撮像素子部19は、CCDドライバ部18による制御に応じて被写体を撮像し、画像を生成する。したがって、CCD撮像素子部19では、ヨー方向及びピッチ方向の波形の傾きが最小のところ(最適露光タイミング)、すなわち手振れが最も小さいタイミングで被写体を撮像することができる。

【0033】

そして、CCD撮像素子部19は、生成した画像を第2のA/D変換部20に出力する。第2のA/D変換部20は、入力された画像をデジタル変換し、CAMDSP部21に出力する。CAMDSP部21は、入力された画像にカメラ信号処理を行ない、処理後の画像を手振れ補正フィルタ部31の画像入力部35に入力する。

【0034】

ここで、CAMDSP部21によるカメラ処理について説明する。CAMDSP部21は、図示しない、第2のA/D変換部20から画像データが入力される欠陥補正回路と、欠陥補正回路から画像データが入力されるCLP回路と、CLP回路から画像データが入力されるホワイトバランス回路と、ホワイトバランス回路から画像データが入力される γ 補正回路を備える。

【0035】

欠陥補正回路は、第2のA/D変換部20からの画像データに欠陥補正を施す。この欠陥補正回路は、欠陥を有するために画素データが生成されない画素の欠陥を補正して、CLP回路に画像データを出力する。CLP回路には、欠陥補正回路からの画像データからオプティカルブラックを差し引く。このようにCLP回路では、入力した画像データの黒レベルを補正して、当該画像データをホワイトバランス回路に出力する。ホワイトバランス回路には、CLP回路からの画像データR、G、Bに対応した色毎のレベルを調整する。このようにホワイトバランス回路は、各色毎にレベルが調整された画像データを γ 補正回路に出力する。この γ 補正回路では、ホワイトバランス回路からの画像データに γ 補正を施す。そして、 γ 補正回路は、 γ 補正を施した画像データを後述する画像データ補間部と相関値検出部とに出力する。

【0036】

さらに、CAMDSP部21は、 γ 補正回路から画像データが入力される画像データ補間部と、各画素データ間の相関値を検出する相関値検出部と、相関値のノイズを除去するノイズ除去部と、相関値にオフセットをかけるオフセット回路と、相関値を正規化する正規

10

20

30

40

50

化回路と、相関を検出する方向の偏りを補正する偏り補正回路と、相関の強調及び低減を行う強調・低減回路と、補間した画像データに相関値を用いて重み付けを行う加重加算回路と、画像データの輪郭を補正する輪郭補正回路と、画像データを輝度信号(Y)と色差信号(C)とからなるY/C信号に変換するY/C変換部と、色差信号による偽色信号を抑制する色差信号抑制部と、上記画像データを画像入力部35を介してFFT回路36に出力する出力部とを備える。

【0037】

FFT回路36は、入力された画像データに高速フーリエ変換処理を行ない、高速フーリエ変換処理後の画像データをシステム関数部37に出力する。システム関数部37は、振れ情報演算部34から供給される振れ情報に基づき、入力された画像データに復元処理を行なう。なお、システム関数部37は、例えば、画像データAを復元処理するとき、当該画像データAをCCD撮像素子部19で露光して生成する際に利用した振れ情報に基づき、画像データAの復元処理を行なう。なお、画像の復元処理の詳細については後述する。

【0038】

逆FFT回路38は、入力された画像に逆高速フーリエ変換処理を行ない、画像出力部39に出力する。画像出力部39は、入力された画像を表示制御部22とJPEG圧縮部13に出力する。

【0039】

ここで、手振れ補正フィルタ部31による画像の復元処理について説明する。なお、文献「画像処理アルゴリズム、斉藤恒雄著、近代科学社」にその詳細が記載されている。

【0040】

撮像装置により得られる画像 $g(x, y)$ は、図4に示すようにモデル化された式で表される。

【0041】

【数2】

$$g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(x, y, \xi, \eta, f) f(\xi, \eta) d\xi d\eta \cdots (2)$$

【0042】

ただし、 $f(\xi, \eta)$ は、劣化のない被写体(原画像)を示し、 $h(x, y, \xi, \eta, f)$ は、撮影条件なども含めた撮像装置の特性をあらわす点広がり関数である。また、撮像装置では、式(2)は、式(3)に示す2次元的な線形たたみ込み演算となる。

【0043】

【数3】

$$g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(x - \xi, y - \eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta \cdots (3)$$

【0044】

また、式(3)は、空間周波数領域では式(4)のように表すことができる。 $G(x, y) = H(\mu, \nu) F(\mu, \nu) \cdots (4)$

ここで、 $H(\mu, \nu)$ は、光学的伝達関数(OTF)を表しており、撮像装置と被写体との間の相対的な動きによる影響で式(5)のように表すことができる。

【0045】

【数4】

$$H(\mu, \nu) = \frac{\sin \Omega T}{\Omega} \cdots (5)$$

【0046】

ただし、 $\Omega = \pi V(\mu \cos \theta + \nu \sin \theta)$ であり、Tは、撮像装置1の露光時間を示

し、Vは、動きの速度を示し、 θ は、その方向を示している。

【0047】

したがって、撮像装置は、図5(a)に示すように、原画像fを式(5)に示すフィルタHを通して観測していることになる。したがって、観測画像gは、式(6)のように表すことができる。

$$g = [H] f + n \cdots (6)$$

ただし、nは、原画像fを観測する際の雑音やデジタル化を行なうときに生じた誤差等を含めた雑音成分である。

【0048】

また、復元画像f'は、図5(b)に示すように、観測画像gに復元フィルタBを作用させてその出力として得られる。したがって、復元画像f'は、次式で表すことができる。

$$f' = [B] g \cdots (7)$$

また、復元フィルタBをアナログ領域又は周波数領域で考えると以下ようになる。観測雑音をn(x, y)とし、その高速フーリエ変換をN(μ , ν)とすると、劣化の過程は、以下に示す式のようになる。

【0049】

【数5】

$$g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(x-\xi, y-\eta) f(\xi, \eta) d\xi d\eta + n(x, y) \cdots (8)$$

$$G(\mu, \nu) = H(\mu, \nu) F(\mu, \nu) + N(\mu, \nu) \cdots (9)$$

【0050】

復元フィルタBの点広がりが関数をb(x, y)とし、その高速フーリエ変換をB(μ , ν)とすると、復元画像f'(x, y)とその高速フーリエ変換f'(μ , ν)は、以下に示す式のようになる。

【0051】

【数6】

$$f'(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} b(x-\xi, y-\eta) g(\xi, \eta) d\xi d\eta \cdots (10)$$

$$F'(\mu, \nu) = [H(\mu, \nu) F(\mu, \nu) + N(\mu, \nu)] B(\mu, \nu) \cdots (11)$$

【0052】

式(10)の処理を式(8)に対して逆たみ込み(deconvolution)という。また、復元フィルタBの伝達関数B(μ , ν)を式(12)とすると、復元画像F'(μ , ν)は、式(13)となる。

【0053】

【数7】

$$B(\mu, \nu) = \frac{1}{H(\mu, \nu)} \cdots (12)$$

$$F'(\mu, \nu) = F(\mu, \nu) + \frac{N(\mu, \nu)}{H(\mu, \nu)} \cdots (13)$$

【0054】

式(12)の特性を有する復元フィルタをH(μ , ν)の逆フィルタ(inverse filter)という。このようにして、原画像f(μ , ν)が復元される。

【0055】

ここで、手振れ補正フィルタ部31のシステム関数部37を上記伝達関数B(μ , ν)の特性を有するフィルタであるとする。このフィルタ処理を行なうには、式(4)に示した

ように空間周波数領域に変換する必要がある。したがって、手振れ補正フィルタ部 31 では、画像入力部 35 から供給された画像データを FFT 回路 36 で高速フーリエ変換し、システム関数部 37 で高速フーリエ変換後の画像データに振れ情報演算部 34 から供給された振れ情報を入力した伝達関数 $B(\mu, \nu)$ を掛け合わせ、逆 FFT 回路 38 で上記掛け合わせた画像データを逆高速フーリエ変換することにより画像の復元を行なう。

【0056】

JPEG 圧縮部 13 は、上述のように復元された画像データを JPEG 方式で圧縮処理し、圧縮後の画像データを CPU 部 14 及フラッシュメモリ IF を介してメモ리카ード部 17 に出力する。メモ리카ード部 17 は、入力された圧縮後の画像データを保存する。

【0057】

表示制御部 22 は、画像出力部 39 から供給された画像データを外部機器 IF 部 24 を介して外部表示機器及び表示部 23 に出力する。なお、外部表示機器は、例えば CRT 等のモニタであり、また、表示部 23 は、例えばビューファインダーである。

【0058】

また、CPU 部 14 は、撮像日時等の OSD 表示信号を生成し、表示制御部 22 に出力しても良い。このように OSD 信号が供給された表示制御部 22 では、画像データと当該 OSD 表示信号とを重畳させ、重畳した信号を表示部 23 及び外部機器 IF 部 24 に出力する。

【0059】

ここで、撮像装置 1 の動作を図 6 に示すフローチャートにしたがって説明する。

【0060】

撮像装置 1 は、ジャイロセンサ部 10 により当該撮像装置 1 の振動を検出し（ステップ S1）、検出した振動を第 1 の A/D 変換部 11 で A/D 変換し、A/D 変換後の信号に基づき動きベクトル検出部 30 で振れ情報を生成し、キー入力操作部 15 からシャッター信号が入力された後に、上記振れ情報に基づき CPU 部 14 で最適露光タイミングを算出し（ステップ S2）、上記最適露光タイミングに応じて CCD ドライバ部 18 で駆動信号を生成し、上記駆動信号に応じて CCD 撮像素子部 19 で被写体を撮像して画像を生成し、上記画像を第 2 の A/D 変換部 20 で A/D 変換し、A/D 変換後の画像を CAMDSP 部 21 でカメラ処理を行ない、ステップ S2 で生成した振れ情報に基づきカメラ処理後の画像に手振れ補正フィルタ部 31 で復元処理を行なう（ステップ S3）。なお、上記ステップ S1 ～ ステップ S3 をコンピュータに実行させるプログラムで記述し、記述したプログラムを ROM 40 に記憶させておいても良い。

【0061】

このように構成された撮像装置 1 は、ジャイロセンサ部 10 により当該撮像装置 1 の手振れ量を検出し、検出した手振れ量から手振れ情報を生成し、CCD 撮像素子部 19 で被写体を撮像する際に、上記手振れ情報に基づき被写体を撮像して画像を生成するので、手振れによる振動が最も少ない時点で露光を開始するため、大きな手振れによる画像の劣化を低減して被写体を撮像することができる。さらに、撮像装置 1 では、大きな手振れによる劣化を低減した画像を CCD 撮像素子部 19 で被写体を露光しているときに利用した振れ情報に基づいて復元処理を行なうので、大きい手振れ画像の復元処理を行なう際に発生するリングングやノイズを伴うことなく、画像の復元処理を行なうことが可能である。

【0062】

また、本願発明に係る撮像装置 1 は、振れ情報演算部 34 で生成した振れ情報を記憶媒体に記憶せず、生成した画像を撮像された時点において当該撮像装置 1 内で直ちに復元処理を行なうことが可能であるので、撮像したその場で復元処理後の画像の確認を行なうことができる。また、本願発明に係る撮像装置 1 の画像復元処理は、IC (integrated circuit) 等にソフトウェアとして記録することにより、ハードウェア新たに設計することなく実装することができる。また、本願発明に係る撮像装置 1 は、画像処理を用いて復元することにより本体サイズの小型化及び低コスト化を図ることができる。さらに、本願発明に係る撮像装置 1 は、例えば、乗り物等の振動の多い場所であっても

10

20

30

40

50

良質な画像を撮像することが可能であり、また、夜間等の暗い場所で露光時間が長い場合において撮像する場合でも良質な画像を撮像することが可能である。

【0063】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明に係る撮像装置及び方法、プログラム及び記録媒体は、振動検出手段により当該撮像装置の手振れ量を検出し、検出した手振れ量から手振れ情報を生成し、撮像部で被写体を撮像する際に、上記手振れ情報に基づき被写体を撮像して画像を生成するので、手振れによる振動が最も少ない時点で露光を開始するため、大きな手振れによる画像の劣化を低減して被写体を撮像することができる。さらに、本発明に係る撮像装置及び方法、プログラム及び記録媒体は、上記のように大きな手振れによる劣化を低減した画像を撮像部で被写体を露光しているときに利用した振れ情報に基づいて復元処理を行なうので、大きい手振れ画像の復元処理を行なう際に発生するリングングやノイズを伴うことなく、画像の復元処理を行なうことが可能であり、良質な画像を撮像することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明を適用した撮像装置により検出した当該撮像装置の手振れによる振動のヨ一方向とピッチ方向の角速度を時間方向に表した波形図である。

【図3】本発明を適用した撮像装置により検出した最適露光タイミングを示す波形図である。

【図4】撮像装置により原画像から観測画像を生成する様子を示す図である。

【図5】撮像装置による画像の劣化と復元を示す図である。

【図6】本発明を適用した撮像装置の動作を示すフローチャートである。

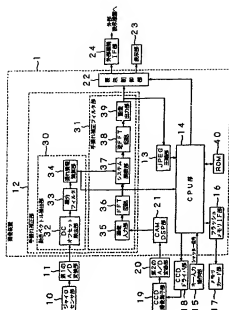
【図7】従来の撮像装置の第1の構成例を示すブロック図である。

【図8】従来の撮像装置の第2の構成例を示すブロック図である。

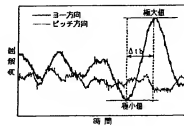
【符号の説明】

1 撮像装置、10 ジャイロセンサ部、11 第1のA/D変換部、12 手振れ補正部、13 JPEG圧縮部、14 CPU部、15 キー入力操作部、16 フラッシュメモリIF部、17 メモリカード部、18 CCDドライバ部、19 CCD撮像素子部、20 第2のA/D変換部、21 CAMDSP部、22 表示制御部、23 表示部、24 外部機器IF部、30 動きベクトル検出部、31 手振れ補正フィルタ部、32 DCオフセット除去部、33 積分フィルタ、34 振れ情報演算部、35 画像入力部、36 FFT回路、37 システム関数部、38 逆FFT回路、39 画像出力部

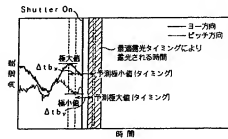
【図 1】



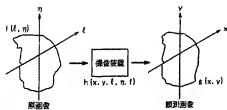
【図 2】



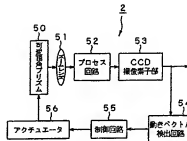
【図 3】



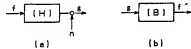
【図 4】



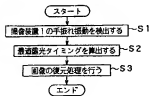
【図 7】



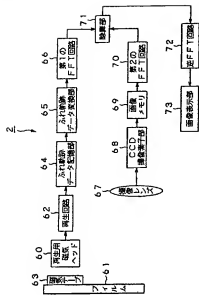
【図 5】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

F ターム(参考) SB057 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01

CD11 CE06 CH08

SC022 AB55 AC02 AC03 AC13 AC42